

## Laboratorio Nro. 1 Recursión



**Objetivos:** 1. Identificar el caso base y el general de un problema definido recursivamente. 2. Usar ecuaciones de recurrencia para determinar la complejidad en tiempo y espacio de algoritmos definidos de forma recursiva. 3. Usar la notación  $O$  para encontrar formalmente la complejidad asintótica en espacio y memoria de algoritmos



**Consideraciones:** Lean y verifiquen las consideraciones de entrega,



Leer la Guía



Trabajo en  
Parejas



Si tienen reclamos,  
regístrenlos en  
<http://bit.ly/2q4TTKf>



Ver  
calificaciones  
en Eafit  
Interactiva



En el GitHub  
docente,  
encontrarán la  
traducción de  
los Ejercicios  
en Línea

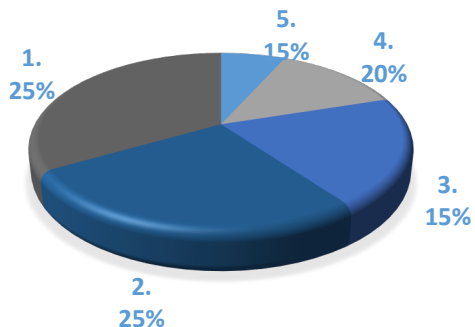


Hoy, plazo de  
entrega



Subir el **informe pdf** en la carpeta **informe**, el **código del ejercicio 1** en la carpeta **codigo** y el **código del 2** en la carpeta **ejercicioEnLinea**

## Porcentajes y criterios de evaluación



- 1. Simulacro sustentación proyecto
- 2. Análisis de complejidad
- 3. Código de laboratorio
- 4. Simulacro de parcial
- 5. Ejercicio con juez en línea

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

# 1. Simulacro de Proyecto

Códigos para entregar en GitHub en la carpeta `codigo`

## 1 Simulacro de Proyecto Códigos para entregar en GitHub en la carpeta `codigo`



En la vida real, la documentación de software hace parte de muchos estándares de calidad como CMMI e ISO/IEC 9126



Vean Guía numeral 3.4



Código del ejercicio en línea en **GitHub**. Vean Guía en numeral 4.24



Documentación opcional. Si lo hacen, utilicen **Javadoc** o equivalente. No suban el HTML a GitHub.



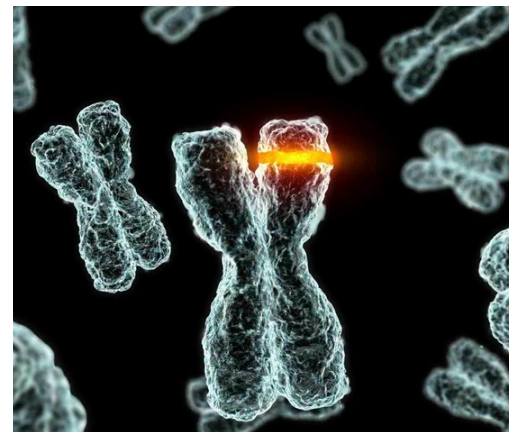
**No se reciben** archivos en **.RAR** ni en **.ZIP**



Utilicen Java, C++ o Python

**1.1** El genoma humano fue decodificado en su totalidad en el 2003. Desde ese entonces, una de las grandes líneas de investigación en Bioinformática es encontrar, en el genoma humano, las secuencias de ADN responsables de la aparición de diferentes tipos de cáncer.

Las cadenas de ADN son, simplemente, cadenas de caracteres. El problema de encontrar un patrón cancerígeno en el ADN de una persona, en algunos casos, puede verse como el problema de la subsecuencia común más larga.



**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

## ESTRUCTURA DE DATOS 1

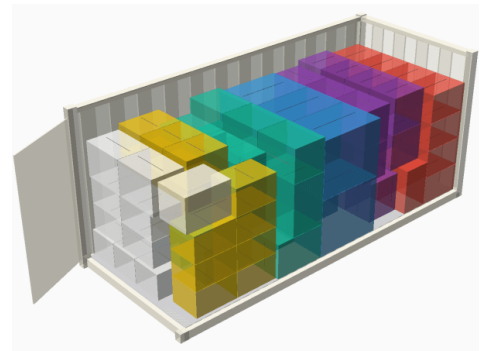
### Código ST0245

El problema de la subsecuencia común más larga es el siguiente: Dadas dos secuencias, encontrar la longitud de la secuencia más larga presente en ambas. Una subsecuencia es una secuencia que aparece en el mismo orden relativo, pero no necesariamente de forma contigua.

► **Implementen un algoritmo que calcule la longitud de la subsecuencia común más larga a dos cadenas de caracteres.**

**1.2** Puerto Antioquia en Urabá es un proyecto en curso que traerá mucho desarrollo a la región. Su construcción está prevista para terminar a finales de 2020.

Por sus características y ubicación geográfica, Puerto Antioquia podría convertirse en el centro logístico de mayor importancia del país. Un problema que tendrán, una vez inicie la operación, es encontrar la forma óptima de empaquetar la mercancía en los contenedores.



Una versión simplificada de este problema es una versión en dos dimensiones: Hay un tablero de  $2 \times n$  cuadrados y usted necesita saber de cuántas maneras se puede llenar el tablero usando rectángulos de  $1 \times 2$ .

► **Implementen un algoritmo recursivo para encontrar de cuántas formas se puede llenar un rectángulo de  $2 \times n$  cm<sup>2</sup> con rectángulos de  $1 \times 2$  cm<sup>2</sup>.**

► **[Opc]** Implementen una interfaz gráfica para visualizar la respuesta del algoritmo anterior utilizando la librería JavaFX, Graphics, print o equivalente.



Foto extraída de <https://bit.ly/2DycZEB>

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

## **2. Simulacro de Maratón de Programación sin documentación HTML, en GitHub,** **en la carpeta `ejercicioEnLinea`**

## 2 Simulacro de Maratón de Programación sin documentación HTML, en GitHub, en la carpeta ejercicioEnLinea



Vean Guía  
numeral 3.3



No se requiere  
documentación para  
los ejercicios en línea



Utilicen Java,  
C++ o Python



**No se reciben** archivos  
en **.PDF ni .TXT**



**Resolver los  
problemas de  
CodingBat  
usando  
Recursión**



Código del ejercicio en  
línea en **GitHub**. Vean  
Guía en numeral 4.24

**! NOTA:** Si toman la respuesta de alguna fuente, deben **referenciar** según el **tipo de cita**. Vean Guía en **numerales 4.16 y 4.17**

**2.1** Resolver al menos 5 ejercicios del nivel *Recursion 1* de CodingBat:  
<http://codingbat.com/java/Recursion-1>

**2.2** Resolver al menos 5 ejercicios del nivel *Recursion 2* de la página CodingBat:  
<http://codingbat.com/java/Recursion-2>

**! NOTA:** No está permitido el ejercicio **GroupSum**

### **3. Simulacro de preguntas de sustentación de Proyecto en la carpeta informe**

### 3 Simulacro de preguntas de sustentación de Proyecto en la carpeta informe



Vean **Guía**  
numeral 3.4



Exporten y entreguen  
informe de laboratorio en  
**PDF, en español o Inglés**



Si hacen el **informe en español**, usen la **plantilla en español**



No apliquen **Normas Icontec** para esto

Si hacen **el informe en inglés**, usen a **plantilla en inglés**

#### Sobre el Ejercicio 1



3.1

Calculen la complejidad asintótica para el peor de los casos del Ejercicio 1.2



3.2

**Tome tiempos para 20 tamaños del problema diferentes, genere una gráfica y analice los resultados.** Estime, ¿Cuánto tiempo se demorará este algoritmo en calcular las formas que existen de llenar un rectángulo de 50x2 cm<sup>2</sup> con rectángulos de 1x2 cm<sup>2</sup> ?



3.3

¿La complejidad de este algoritmo hace que sea viable utilizarlo en Puerto Antioquia, en 2020, con contenedores que miden miles de centímetros?

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473



## Sobre el Ejercicio 2



Expliquen con sus propias palabras cómo funciona el ejercicio *GroupSum5*



**NOTA:** Recuerden que deben explicar su implementación en el informe PDF



Calculen la complejidad de los Ejercicios en Línea de los numerales 2.1 y 2.2 y agréguenla al informe PDF



Expliquen con sus palabras las variables (qué es 'n', qué es 'm', etc.) del cálculo de complejidad del ejercicio anterior.



### Ejemplos de su respuesta:

“n es el número del elementos del arreglo”,

“V es el número de vértices del grafo”,

“n es el número de filas de la matriz y m el número de columnas”.

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

## **4. Simulacro de parcial en informe PDF**

## 4 Simulacro de Parcial en el informe PDF



Para este simulacro, agreguen ***sus respuestas*** en el informe PDF.



***El día del Parcial no tendrán computador, JAVA o acceso a internet.***



**Pista 1:** Vean Guía en numeral 4.18



**4.1 [Opc]** Pepito escribió un algoritmo que, dado un arreglo de enteros, decide si es posible escoger un subconjunto de esos enteros, de tal forma que la suma de los elementos de ese subconjunto sea igual a `target`. El parámetro `start` funciona como un contador y representa un índice en el arreglo de números `nums`.

```
01 public boolean SumaGrupo(int start,
    int[] nums, int target) {
02   if (start >= nums.length) return target == 0;
03   return SumaGrupo(start + 1, nums,
    target - nums[start])
04   || SumaGrupo(____, ____, ____);
05 }
```



¿Qué parámetros colocarían en el llamado recursivo de la línea 4 para que el programa funcione?

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

**4.2** Pepito escribió el siguiente código usando recursión:

```
private int b(int[ ] a, int x, int low, int high) {
    if (low > high) return -1;
    int mid = (low + high)/2;
    if (a[mid] == x) return mid;
    else if (a[mid] < x)
        return b(a, x, mid+1, high);
    else
        return b(a, x, low, mid-1);
}
```

► ¿Cuál ecuación de recurrencia describe el comportamiento del algoritmo anterior para el peor de los casos?

- a)  $T(n)=T(n/2)+C$
- b)  $T(n)=2.T(n/2)+C$
- c)  $T(n)=2.T(n/2)+Cn$
- d)  $T(n)=T(n-1)+C$

**4.3** Dayla y Kefo están aquí de nuevo. En esta vez han traído un juego muy interesante, en el cual Kefo, en primer lugar, escoge un número  $n$  ( $1 \leq n \leq 20$ ) y, en segundo lugar, escoge tres números  $a, b$  y  $c$  ( $1 \leq a \leq 9, 1 \leq b \leq 9, 1 \leq c \leq 9$ ).

Después, Kefo le entrega estos números a Dayla y Dayla le tiene que **decir a Kefo la cantidad máxima de números tomados de  $a, b$  y  $c$  (se puede tomar un número más de una vez) que al sumarlos dan el valor  $n$ .**

**Como un ejemplo**, si Kefo escoge  $n=14$  y  $a=3, b=2, c=7$ . ¿Qué posibilidades hay de obtener 14 con  $a, b$  y  $c$ ?

**ESTRUCTURA DE DATOS 1**  
**Código ST0245**

7+7=14	cantidad es 2
7+3+2+2=14	cantidad es 4
3+3+3+3+2=14	cantidad es 5
...	
2+2+2+2+2+2+2=14	cantidad es 7

La cantidad máxima de números es 7. Esta sería la respuesta que da Dayla a Kefo.

Como Dayla es muy astuta, ha diseñado un algoritmo para determinar la cantidad máxima de números y quiere que le ayudes a terminar su código.

Asuman que hay al menos una forma de sumar  $n$  usando los números  $a$ ,  $b$  y  $c$  en diferentes cantidades, incluso si algunos de los números se suman 0 veces como sucede en el ejemplo anterior.

```

1 int solucionar (int n, int a, int b, int c) {
2     if (n == 0 || (n < a && n < b && n < c))
3         return 0;
4     int res = solucionar(_____) + 1;
5     res = Math.max(_____, _____);
6     res = Math.max(_____, _____);
7     return res; }

```



**4.3.1** Completen el espacio de la línea 04

\_\_\_\_\_



**4.3.2** Completen los espacios de la línea 05

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_



**4.3.3** Completen los espacios de la línea 06

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

**4.4 [Opc]** ¿Qué calcula el algoritmo desconocido y cuál es la complejidad asintótica en el peor de los casos del algoritmo desconocido?

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**


Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

**ESTRUCTURA DE DATOS 1**  
**Código ST0245**

```

01 public int desconocido(int[] a){
02     return aux(a, a.length-1); }
03
04 public int aux(int[] a, int n){
05     if(n < 1) return a[n];
06     else return a[n] + aux(a, n-1); }

```

 **Elija la respuesta que considere acertada:**

- a) La suma de los elementos del arreglo a y es
- b) Ordena el arreglo a y es  $O(n \log n)$
- c) La suma de los elementos del arreglo a y es  $O(1)$
- d) El máximo valor de un arreglo a y es  $O(n)$
- e) La suma de los elementos del arreglo a y es  $O(n)$

**4.5**

Hay un tablero de  $2 \times n$  cuadrados y usted necesita saber de cuantas maneras se puede llenar el tablero usando rectángulos de  $1 \times 2$ . Se ha propuesto el siguiente algoritmo recursivo:

```

1 public int formas(int n){
2     if(n <= 2) _____;
3     return formas(_____) +
4         formas(_____) ;
5 }

```

 **4.5.1** Completen las líneas faltantes:

Línea 2: \_\_\_\_\_  
 Línea 3: \_\_\_\_\_  
 Línea 4: \_\_\_\_\_

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
 Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
 Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

▶ **4.5.2** ¿Cuántas instrucciones ejecuta el algoritmo en el peor de los casos?:

- a.  $T(n) = T(n-1) + C$
- b.  $T(n) = T(n-1) + T(n-2) + C$
- c.  $T(n) = T(n/2) + C$
- d.  $T(n) = T(n+1) + C$

**4.6** Alek y Krish están jugando *Número*. *Número* es un juego en el que un jugador 1, entrega un número  $n$  ( $1 \leq n \leq 10100$ ) a un jugador 2 y el jugador 2 debe determinar la suma de todos los dígitos de  $n$ , exceptuando el caso en el que hay dos dígitos adyacentes (es decir, contiguos, seguidos) que son iguales.

Si hay dos dígitos adyacentes, no se suma ninguno de los dos números adyacentes. Entre Alek y Krish escribieron un código para hacer esto más rápido, pero se ha borrado una parte. ¿Podrían ayudarles a reconstruir el código a Alek y Krish?

```

1 public int suma(String n) {
2     return sumaAux(n, 0);
3 }
4
5 private int sumaAux(String n, int i){
6     if (i >= n.length()) {
7         return 0;
8     }
9     if(i + 1 < n.length() &&
        n.charAt(i) == n.charAt(i + 1)){
10         return ____;
11     }
12     return (n.charAt(i) - '0') + ____;
13 }
```

La operación `n.charAt(i) - '0'` convierte un caracter en su equivalente en entero, por ejemplo, el caracter '1' lo transforma en el número 1.

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

**ESTRUCTURA DE DATOS 1**  
**Código ST0245**

▶ **4.6.1** Completen la línea 10:

---

▶ **4. 6.2** Completen la línea 12:

---

**4.7 [Opc]** Dado un conjunto  $S$  de  $n$  elementos se quiere determinar si existe un subconjunto  $R$  de  $S$  tal que la suma de los elementos de  $R$  es igual a  $t$ , con la condición que, si se toma un elemento par, el siguiente elemento no puede estar en  $R$ .

```
1 public boolean comb(int[] S, int i, int t){
2     if(i >= S.length){
3         return t == 0;
4     }
5     //par
6     if(S[i] % 2 == 0){
7         return comb(S, i + 2, t - S[i])
8             || comb(S, i + 1, t); }
9     return comb(_____) ||
10        comb(_____) ;
11 }
```

Al anterior código le faltan algunas líneas las cuales deben completar:

▶ **4.7.1** Línea 9:

---

▶ **4.7.2** Línea 10:

---

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473



**4.8** El pequeño Polka fue a la tienda a comprar algunas cosas para su madre. El pequeño Polka pagó cierta cantidad de dinero y el tendero debe devolverle exactamente  $K$  pesos. El tendero tiene exactamente  $n$  diferentes tipos de monedas en su tienda, cada una de ellas con un valor  $v_i$ .

Como el tendero no es muy astuto en asuntos de matemáticas, te ha pedido el favor de decirle de cuantas maneras puede él devolverle tal cantidad a Polka. Por favor ayúdanos a completar el siguiente código.

**Ejemplo:** Sea  $n = |v| = 3$ ,  $v = \{3, 4, 1\}$ ,  $K=7$   
Las formas posibles de devolver 7 dólares serían 5:

1.  $1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$
2.  $3 + 1 + 1 + 1$
3.  $3 + 3 + 1$
4.  $3 + 4$
5.  $4 + 1 + 1 + 1$

```
01 int cuantas(int K, int[] v, int n){
02     if(K == 0){
03         return 1;
04     }
05     boolean imposible;
06     imposible = n <= 0 && K >= 1;
07     imposible = imposible || K < 0;
08     if(imposible){
09         _____
10     }
11     int ni = cuantas(K, v, n - 1);
12     int nj = cuantas(K - v[n-1], v, n);
13     int suma = _____;
14     return suma;
15 }
```



#### 4.8.1 Línea 9:

\_\_\_\_\_

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

▶ **4.8.2** Línea 13:

---

**4.9 [Opc]** Considere el siguiente programa. ¿Cuál es la salida generada por *fun(11,5)*? Como un ejemplo: *fun(10,3)=20*.

```
int fun(int n, int m){
    if(n % m == 2) return n;
    return fun(n + m, n - m);
}
```

▶ **Elija la respuesta que considere acertada:**

- a. 11
- b. 5
- c. 22
- c. 2

**4.10** Considere el siguiente programa. ¿Cuál es la salida para *fun(1,4)*? Como un ejemplo: *fun(1,2)=4*.

```
int fun(int m, int n){
    if(m==0){
        return (n+1);
    }
    if(m>0 && n==0){
        return fun(m-1, 1);
    }
    int a=fun(m, n-1);
    return fun(m-1, a);
}
```

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473



**Elija la respuesta que considere acertada:**

- a. 4
- b. 6
- c. 5
- d. 12

**4.11**

Lika y Kefo están estudiando para el examen de matemáticas en su colegio. Hoy, ellos encontraron muchas secuencias de números interesantes, una de ellas los números Fibonacci. Para Lika –que ya conocía estos números– se le hace aburrido escribirlos todos; sin embargo, ellos encontraron otra secuencia de números llamados los números de Lucas. En el libro donde ellos encontraron esta secuencia de números, sólo hay 7 números pertenecientes a la secuencia y al final de la hoja dice: “¿Podrás definir una relación de recurrencia que nos permita deducir el  $n$ -ésimo número de Lucas?” “Por supuesto” –dijeron ambos. Ahora, ellos quieren escribir un algoritmo que nos permita retornar el  $n$ -ésimo número de Lucas. ¿Puedes ayudarlos a escribir el algoritmo? La secuencia encontrada fue la siguiente: 2, 1, 3, 4, 7, 11, 18, .... Se sabe que el número 2 y el número 1 son el primer y segundo término, respectivamente, de la secuencia de los números de Lucas.

```
1 int lucas(int n){
2     if(n == 0) return 2;
3     if(n == 1) return 1;
4     return lucas(_____) + _____;
5 }
```



**4.11.1** Completa la línea 4: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_



**4.11.2** La complejidad asintótica del algoritmo anterior, para el peor de los casos, en términos de  $n$ , es:

- a.  $T(n)=T(n-1)+c$ , que es  $O(n)$
- b.  $T(n)=4T(n/2)+c$ , que es  $O(n^2)$
- c.  $T(n)=T(n-1)+T(n-2)+c$ , que es  $O(2^n)$
- d.  $T(n)=c$ , que es  $O(1)$

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

**ESTRUCTURA DE DATOS 1**  
**Código ST0245**

**4.12**

Un conejo está ubicado en la celda  $(0,0)$  de un tablero  $A$  de  $n \times m$ . Si el conejo está en la casilla  $(i,j)$ , el conejo puede avanzar –únicamente– horizontalmente a la casilla  $(i+1,j)$  o verticalmente a la casilla  $(i,j+1)$ . En algunas celdas  $(ik,jk)$ , hay manzanas que le darán un grado de satisfacción  $d$  al conejo y, en otras celdas  $(ih,jh)$ , hay zanahorias que le darán satisfacción  $k$  al conejo. Donde hay manzanas estará el carácter '\*' y donde hay zanahorias estará el carácter '#'. Donde no hay ni zanahorias ni manzanas, está el carácter '.' ¿Cuál es la mayor satisfacción que puede tener el conejo, si el conejo recorre el tablero de la manera anteriormente mencionada y tiene que llegar a la posición  $(n-1,m-1)$  del tablero? Hemos escrito el siguiente algoritmo para ayudar al conejo, pero faltan algunas líneas, por favor complétalas. Puedes usar `Math.max(a, b)`, de la librería de Java.

```

1   int conejo(char[][] A, int n, int m, int i, int j,
        int d, int k){
2       if(i >= n || j >= m){
3           return 0;
4       }
5       int sat = 0;
6       if(A[i][j] == '*'){
7           sat = d;
8       }
9       if(A[i][j] == '#'){
10          sat = k;
11      }
12      if(i == n - 1 && j == m - 1){
13          return _____;
14      }
15      int fi = conejo(A, n, m, i + 1, j, d, k);
16      int fj = conejo(A, n, m, i, j + 1, d, k);
17      sat += _____;
18      return _____;
19  }
```

► **4.12.1** Completa la línea 13: \_\_\_\_\_

► **4.12.2** Completa la línea 17: \_\_\_\_\_

► **4.12.3** Completa la línea 18: \_\_\_\_\_

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

## **5. [Opcional] Lecturas Recomendadas**

## 5 [Opc] Lecturas recomendadas



Vean *Guía* en **numeral 3.5 y 4.20**



Exportar y entregar informe de laboratorio en **PDF**, en **español o Inglés**



Si hacen el **informe en español**, usen la **plantilla en español**



No apliquen **Normas Icontec** para esto

Si hacen **el informe en inglés**, usen a **plantilla en inglés**



"El ejercicio de una profesión requiere la adquisición de competencias que se sustentan en procesos comunicativos. Así cuando se entrevista a un ingeniero recién egresado para un empleo, una buena parte de sus posibilidades radica en su capacidad de comunicación; pero se ha observado que esta es una de sus principales debilidades..." *Tomado de <http://bit.ly/2gJKzJD>*



Vean *Guía* en **numerales 3.5 y 4.20**



Lean a **“Narasimha Karumanchi, Data Structures and Algorithms made easy in Java, (2<sup>nd</sup> edition), 2011. Chapter 3: Recursion and Backtracking”** y sumen puntos adicionales, así:



Hagan un mapa conceptual con los principales elementos teóricos.

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

## **6. [Opcional] Trabajo en Equipo y Progreso Gradual**

## 6 [Opc] Trabajo en Equipo y Progreso Gradual



Vean Guía en numeral 3.5 y 4.20



Exportar y entregar informe de laboratorio en **PDF**, en **español o Inglés**



Si hacen el **informe en español**, usen la **plantilla en español**



No apliquen **Normas Icontec** para esto

Si hacen **el informe en inglés**, usen a **plantilla en inglés**



El trabajo en equipo es una exigencia del mercado. "Mientras algunos medios retratan la programación como un trabajo solitario, pero requiere mucha comunicación y trabajo grupal. Si trabajas para una compañía, serás parte de un equipo de desarrollo y esperarán que te comuniques bien con otras personas" Tomado de <http://bit.ly/1B6hUDp>



Vean Guía en numerales 3.6, 4.21, 4.22, 4.23

6.1



Entreguen copia de todas las actas de reunión usando el *tablero Kanban*, con fecha, hora e integrantes que participaron

6.2



Entreguen el reporte de *git* con los cambios en el código y quién hizo cada cambio, con fecha, hora e integrantes que participaron

6.3



Entreguen el reporte de cambios del informe de laboratorio que se genera *Google docs* o herramientas similares



**Nota:** Estas respuestas también deben incluirlas en el informe PDF

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473



## **7. [Opcional]**

### **Laboratorio en Inglés con plantilla en Inglés**

## 7 [Opc] Laboratorio en inglés



Vean Guía en numeral 3.5 y 4.20



Exportar y entregar informe de laboratorio en **PDF**, en **español o Inglés**



Si hacen el **informe en español**, usen la **plantilla en español**



No apliquen **Normas Icontec** para esto

Si hacen **el informe en inglés**, usen a **plantilla en inglés**



**El inglés es un idioma importante en la Ingeniería de Sistemas porque la mayoría de los avances en tecnología se publican en este idioma y la traducción, usualmente se demora un tiempo.**

**Adicionalmente, dominar el inglés permite conseguir trabajos en el exterior que son muy bien remunerados. Tomado de [goo.gl/4s3LmZ](https://goo.gl/4s3LmZ)**

► **Entreguen el código y el informe en inglés.**

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

## Resumen de ejercicios a resolver

1. Implementen un algoritmo recursivo para encontrar de cuántas formas se puede llenar un rectángulo de  $2 \times n$  cm<sup>2</sup> con rectángulos de  $1 \times 2$  cm<sup>2</sup>.

**[Ejercicio opcional]** Implementen una interfaz gráfica para visualizar la respuesta del algoritmo anterior utilizando la librería JavaFX, Graphics, print o equivalente.

2.1 Resolver al menos 5 ejercicios del nivel Recursion 1 de CodingBat: <http://codingbat.com/java/Recursion-1>

2.2 Resolver al menos 5 ejercicios del nivel Recursion 2 de la página CodingBat: <http://codingbat.com/java/Recursion-2>

3.1. Calculen la complejidad asintótica para el peor de los casos del ejercicio 1

3.2. Tome tiempos para 20 tamaños del problema diferentes, genere una gráfica y analice los resultados. Estime, ¿cuánto tiempo se demorará este algoritmo en calcular las formas que existen de llenar un rectángulo de  $50 \times 2$  cm<sup>2</sup> con rectángulos de  $1 \times 2$  cm<sup>2</sup> ?

3.3. ¿La complejidad de este algoritmo hace que sea viable utilizarlo en Puerto Antioquia, en 2020, con contenedores que miden miles de centímetros?

3.4. Expliquen con sus propias palabras cómo funciona el ejercicio *GroupSum5*

3.5. Calculen la complejidad de los Ejercicios en Línea de los numerales 2.1 y 2.2 y agréguelas al informe PDF

3.6. Expliquen con sus palabras las variables (qué es 'n', qué es 'm', etc.) del cálculo de complejidad del ejercicio anterior.

4. Simulacro de Parcial

5. **[Ejercicio Opcional]** Lectura recomendada

6. **[Ejercicio Opcional]** Trabajo en Equipo y Progreso Gradual

7. **[Ejercicio Opcional]** Entreguen el código y el informe traducido al inglés. Utilicen la plantilla dispuesta en este idioma para el laboratorio.

# Ayudas para resolver los Ejercicios

Ayudas para todos los ejercicios.....	<u>Pág. 28</u>
Ayudas para el Ejercicio 1.....	<u>Pág. 29</u>
Ayudas para el Ejercicio 2.1.....	<u>Pág. 29</u>
Ayudas para el Ejercicio 2.2.....	<u>Pág. 29</u>
Ayudas para el Ejercicio 3.4.....	<u>Pág. 30</u>
Ayudas para el Ejercicio 3.5.....	<u>Pág. 31</u>
Ayudas para el Ejercicio 3.6.....	<u>Pág. 31</u>
Ayudas para el Ejercicio 5.....	<u>Pág. 32</u>
Ayudas para el Ejercicio 6.1.....	<u>Pág. 32</u>
Ayudas para el Ejercicio 6.2.....	<u>Pág. 32</u>
Ayudas para el Ejercicio 6.3.....	<u>Pág. 32</u>



## Ayudas para todos los ejercicios



**Pista 1:** Procedimiento sugerido:

- 1 Implementen el algoritmo
- 2 Identifiquen qué representa el tamaño del problema para cada algoritmo
- 3 Identifiquen valores apropiados para tamaños del problema
- 4 Tomen los tiempos para los anteriores algoritmos con 20 tamaños del problema diferentes.
- 5 Hagan una gráfica en Excel para cada algoritmo y pasarla a Word luego
- 6 Entreguen el archivo de Word pasado a PDF.



**Pista 2:** Vean la *Guía en* el numeral 4.2



**Pista 3:** Vean la *Guía en* el numeral 4.3 y 4.4



**Pista 4:** Vean la *Guía en* el numeral 4.7



**Pista 5:** Vean la *Guía en* el numeral 4.6

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

## Ayudas para el Ejercicio 1.1

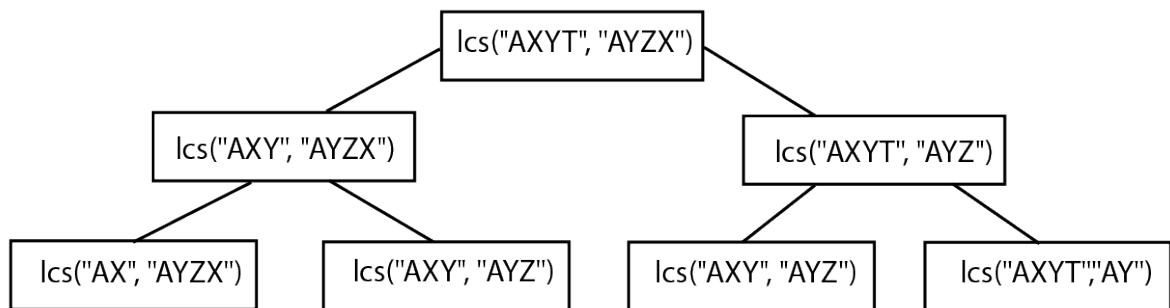


**Ejemplo 1:** “abc”, “abg”, “bdf”, “aeg” y “acefg” son subsecuencias de “abcdefg”. Entonces, para una cadena de longitud  $n$  existen  $2^n$  posibles subsecuencias.



**Ejemplo 2:** Consideren los siguientes ejemplos para el problema:

Para “ABCDGH” y “AEDFHR” es “ADH” y su longitud es 3. Para “AGGTAB” y “GXTXAYB” es “GTAB” y su longitud es 4. Una forma de resolver este problema es usando *recursión*, como un ejemplo, para las cadenas “AXYT” y “AYZX”, dada una función recursiva los que resuelve el problema, se obtendría el siguiente árbol (parcial) de recursión:



**Pista 2:** Completen el siguiente método:

```
// Precondición: Ambas cadenas x, y son no vacías
public static int lcs(String x, String y) {
    ...
}
```

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473



## Ayudas para el Ejercicio 1.2



**Pista 1:** Consideren llenar un tablero de  $2 \times n$ . Si le quitamos la primera baldosa tenemos un tablero de  $2 \times (n-1)$  (usando recursión). Si le quitamos 2 baldosas queda un tablero de  $2 \times (n-2)$ . Hagan el dibujo. ¿Se le pueden quitar 3 baldosas, o con lo anterior ya puedo formar el de  $2 \times (n-3)$ ?



## Ayudas para el Ejercicio 2.1



### Error Común



## Ayudas para el Ejercicio 2.2

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

## ESTRUCTURA DE DATOS 1

### Código ST0245



**Pista 1:** El algoritmo *GroupSum* falla porque al llamarse recursivamente con el parámetro `start` se queda en una recursión infinita



**Pista 2:** El algoritmo *GroupSum* falla porque al llamarse recursivamente con el parámetro `start-1` se sale del arreglo cuando `start = 0`.



**Pista 3:** El algoritmo *GroupSum* falla porque al llamarse recursivamente con el parámetro `start` se sale del arreglo cuando `start = length-1`



A continuación, encontrarán algunos errores comunes que pueden ser aplicados con los ejercicios

```
public boolean groupSum(int start, int[] nums, int target) {
    if (start >= nums.length) return target == 0;
    return groupSum(start+1, nums, target - nums[start])
        || groupSum(start, nums, target );
}
```

```
public boolean groupSum(int start, int[] nums, int target) {
    if (start >= nums.length) return target == 0;
    return groupSum(start+1, nums, target - nums[start])
        || groupSum(start-1, nums, target );
}
```

```
public boolean groupSum(int start, int[] nums, int target) {
    if (start >= nums.length) return target == 0;
    return groupSum(start+1, nums, target - nums[start])
        || groupSum(start+1, nums, target - nums[start - 1] );
}
```



## Ayudas para el Ejercicio 3.4



Vean la *Guía* en el numeral 4.11



Vean la *Guía* en el numeral 4.19

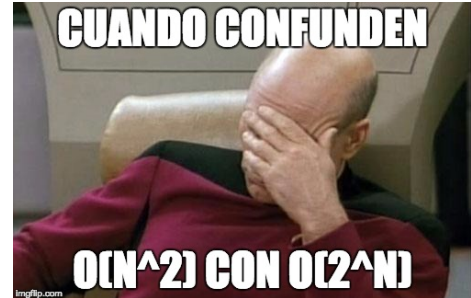
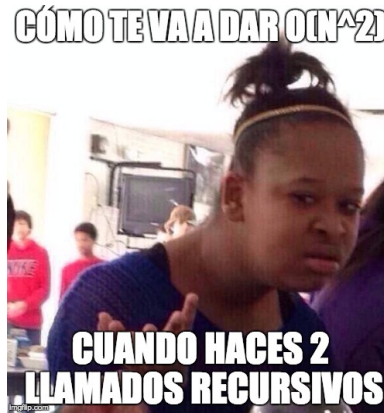
**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473





## Errores Comunes



## Ayudas para el Ejercicio 3.5



**Pista 1:** <http://bit.ly/2ix7rjl>



**Pista 2:** Si todos los tiempos de un algoritmo dan más de 5 minutos, realice otra tabla, para ese algoritmo, tomando tiempos para tamaños del problema más pequeños.



## Ayudas para el Ejercicio 3.6



**Pista 1:** <http://bit.ly/2ix7rjl>

**PhD. Mauricio Toro Bermúdez**

Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas  
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627  
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473



## Ayudas para el Ejercicio 5



**Pista 1:** Para que hagan el mapa conceptual se recomiendan herramientas como las que encuentran en <https://cacoo.com/> o <https://www.mindmup.com/#m:new-a-1437527273469>



## Ayudas para el Ejercicio 6.1



**Pista 1:** Vean Guía en numeral 4.21



## Ayudas para el Ejercicio 6.2



**Pista 1:** Vean Guía en numeral 4.23



## Ayudas para el Ejercicio 6.3



**Pista 1:** Vean Guía en numeral 4.22

# ¿Alguna inquietud?

## CONTACTO

Docente Mauricio Toro Bermúdez

Teléfono: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

Correo: mtorobe@eafit.edu.co

Oficina: 19- 627

Agenden una cita dando clic en la pestaña

-*Semana*- de <http://bit.ly/2gzVg10>